Выводы. Введение оптимальной (по составу и концентрации) комплексной добавки – модификатора позволяет улучшить формуемость бетонных смесей и повысить однородность свойств затвердевшего бетона в пространстве изделия или элемента. При выборе критериев оценки пространственного поля целесообразно выделять случайную и систематическую составляющие: минимизация каждой из них может требовать различных рецептурно-технологических воздействий. Рациональное соотношение между ингредиентами модификатора (стабилизатор + суперпластификатор) зависит от выбора приоритета в уменьшении каждой из составляющих поля.

Список литературы: 1. *Потапов А.И.* Контроль качества и прогнозирование надежности конструк-ций из композиционных материалов. -Л.: Машиностроение, 19980, -216 с. ***2.*** *Лейбензон А.С.* Движение природных жидкостей и газов в пористой среде.-М.: Стройиздат, 1957, -244 с. **2.** Сравнительный анализ критериев неоднородности пространственно-геометрических полей свойств композитов в тонкостенных конструкциях /*В.А.Вознесенский, С.В.Коваль, Т.В.Ляшенко, О.А.Файзулина* // Ресурсосбере-гающие решения в технологии строительных материалов и конструкций.-Одесса,ОГАСА, 1992, с.3-12. **4.** The Aplication of Experimental Statistical Models to Multicriterion Desing of Claidite Concrete / *V.Voznesensky, S.Koval, T.Liashenko, V.Kushneruk* // Structural Lighveight Aggregate Concrete: Proc.Int.Symp. –Oslo, 1995, -S.260-272.

Поступила в редколлегию 24.09.07

УДК 634.0.864

Е.В. ЛЕЩЕНКО, ***П.И. СОРОКА***, докт. техн. наук,
В.И. КРАВЕЦ, канд. техн. наук, ***А.В. КРАВЕЦ***,
С.А. ОПАРИН, канд. техн. наук, УГХТУ, Днепропетровск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПЫЛЕГАЗОВОЙ СМЕСИ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ МЕЛЬНИЦЫ УДАРНО-ОТРАЖАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

В статті запропоновано метод визначення швидкості пилогазової суміші в робочій зоні млина ударно-відбівної дії на основі потужності , яка витрачається млином на подолання опору бил потоку пилогазової суміші. Встановлено, що кільцева швидкість потоку пилогазової суміші на кожній ступені млина у 1,77 рази менше швидкості бил.

In article the method of calculation of speed powder-gas mix in a working zone of a shock - reflective mill is offered on the basis of the capacity which spent by a mill on overcoming of resistance beaters to a

stream powder-gas mix. Is established, that district speed of a stream powder-gas mix on everyone stage mill in 1,77 times less then speed beaters.

Одним из наиболее важных параметров работы мельниц ударно-отражательного действия является скорость движения измельчаемого материала в рабочей зоне, образованной бильными и отбойными элементами.

Многими исследователями разработаны различные методики и установлены расчетные зависимости по определению скорости движения материала в рабочей зоне [1]. Однако полученные методики и зависимости предназначены только для расчета мельниц ударно-отражательного действия крупного и среднего помола и не учитывают влияние аэродинамических сил на процесс измельчения.

Необходимым условием для тонкого помола материалов в мельницах ударно-отражательного действия является создание интенсивного вихреобразования в зоне измельчения, в результате которого происходит истирание частиц в турбулентном потоке пылегазовой смеси.

Для детального изучения процесса вихреобразования и, как следствие, выбора оптимальной формы и размеров рабочих элементов, необходимо определить скорость пылегазовой смеси в рабочей зоне мельницы.

Существующие измерительные методы определения скорости газовых смесей не позволяют определить локальную скорость потока, состоящего из материала и воздуха, в рабочей зоне мельницы.

В связи с этим, целью настоящих исследований, представленных в статье, является разработка методики по определению скорости пылегазовой смеси в рабочей зоне мельницы ударно-отражательного действия.

Вращение ротора с билами с угловой скоростью ω_p вызывает вращение воздушного объема внутри мельницы. Очевидно, что его скорость меньше скорости бил ротора. Эту разность скоростей можно принять как обтекающую била и создающую момент сопротивления вращению ротора:

$$\mu_p - \mu^* = \mu_c \qquad (1)$$

где μ_p – угловая скорость ротора, $с^{-1}$;

μ^* – угловая скорость потока в рабочей зоне, $с^{-1}$;

μ_c – угловая скорость потока, создающего лобовое сопротивление билам, $с^{-1}$.

Мощность, затраченная на преодоления воздушного сопротивления бил определяется по уравнению:

$$N_c = \mu_p \cdot T_c \qquad (2)$$

где μ_p – угловая скорость ротора, $с^{-1}$; T_c – момент аэродинамической силы, Нм.

Момент аэродинамической силы определяется:

$$T_c = r \cdot F_c \qquad (3)$$

где F_c – сила сопротивления воздуха, Н; r – расстояние от центра вращения до точки приложения силы, м.

Сила сопротивления воздуха F_c движущемуся билу может быть выражена законом сопротивления [2]:

$$F_c = \zeta \cdot K_\Phi \cdot S_б \cdot \frac{\rho_в \cdot v_c^2}{2} \qquad (4)$$

где ζ– коэффициент сопротивления среды; $S_б$ – площадь проекции била на плоскость, перпендикулярную направлению его движения, $м^2$; v_c – скорость обтекания била, м/с; $\rho_в$ – плотность воздуха, $кг/м^3$; $K_ф$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние формы тела.

Коэффициент сопротивления среды ζ зависит от числа Рейнольдса. Анализ центробежных машин показывает, что практически все они работают в автомодельном режиме при котором $Re = 10^4 \div 10^6$. С достаточной степенью точности можно принимать коэффициент сопротивления среды ζ=0,44 [2].

Установлено, что при плоскопараллельном обтекании плоской пластины рекомендуют выбирать коэффициент формы равный 1,5, при условии, что толщина пластины значительно меньше длины и высоты [3].

Суммарная сила воздушного сопротивления F_c движению бил на одной ступени мельницы определяется по уравнению:

$$F_c = \text{¸} \cdot S_б \cdot K_Ф \cdot \frac{\text{°}_в \cdot (\mu_c \cdot R)^2 \cdot z}{2} \qquad (5)$$

где R – радиус диска, м; z – количество бил на диске.

Для многоступенчатой мельницы выражение силы сопротивления имеет вид:

$$F_\Sigma = 0{,}5 \cdot \text{¸} \cdot S_б \cdot K_Ф \cdot \text{°}_в \cdot \mu_c^2 \cdot \sum_1^i \left(R_i^2 \cdot z_i \right) \qquad (6)$$

где i – количество ступеней мельницы; R_i – радиус диска соответствующей ступени, м; z_i – число бил на диске ступени.

После преобразований с учетом формул (2), (3), (6) получим выражение для определения мощности, затраченной на преодоление воздушного сопротивления бил многоступенчатой мельницы:

$$N_\Sigma = 0{,}5 \cdot \mu_p \cdot \text{¸} \cdot S_б \cdot K_Ф \cdot \text{°}_в \cdot \mu_c^2 \cdot \sum_1^i \left(R_i^3 \cdot z_i \right) \qquad (7)$$

Зная мощность, затраченную мельницей на преодоление воздушного сопротивления бил, можно определить угловую скорость потока, создающего лобовое сопротивление бил:

$$\mu_c = \sqrt{\frac{2 \cdot N_\Sigma}{\mu_p \cdot \text{¸} \cdot S_б \cdot K_Ф \cdot \text{°}_в \cdot \sum_1^i \left(R_i^3 \cdot z_i \right)}} \qquad (8)$$

где N_Σ – мощность, затраченная мельницей на преодоление воздушного сопротивления бил, Вт.

С учетом (8) по формуле (1) определяется угловая скорость потока в рабочей зоне мельницы ω^*. Окружную скорость потока v^* на каждой ступени мельницы найдем по формуле:

$$v_i^* = \mu_i^* \cdot R_i \qquad (9)$$

Представленные формулы получены для случая, когда в мельнице чистый воздух без материала. В рабочем режиме при измельчении в камере движется пылегазовая смесь. Плотность смеси вычисляется по уравнению [2]:

$$°_{см} = °_{м} \cdot ¨ + °_{в}(1 - ¨) \qquad (10)$$

где $\rho_м$ – плотность измельчаемого материала, кг/м^3; $\rho_в$ – плотность воздуха, кг/м^3; φ – объемная доля материала в воздухе.

Объемная доля материала в воздухе φ определяется по уравнению:

$$¨ = \frac{\frac{G_м}{°_м}}{Q_в + \frac{G_м}{°_м}} \qquad (11)$$

где $Q_в$ – расход воздуха, м^3/с; $G_м$ – производительность мельницы по материалу, кг/с.

Тогда выражение (8) для пылегазовой смеси примет вид:

$$\mu_{см} = \sqrt{\frac{2 \cdot N_\Sigma}{\mu_р \cdot ¸ \cdot S_б \cdot K_Ф \cdot °_{см} \cdot \sum_1^i \left(R_i^3 \cdot z_i\right)}} \qquad (12)$$

Экспериментальные исследования по определению скорости пылегазовой смеси проводились на трехступенчатой мельнице ударно-отражательного действия со следующими технологическими и геометрическими параметрами [4]: расход воздуха 300 м3/ч, расход материала 500кг/ч, угловая частота вращения ротора мельницы $\omega_р$ = 485 с$^{-1}$, радиусы дисков по ступеням: R1 = 0,176 м, R2 = 0,236 м, R3 = 0,316 м, размеры установленных бил: высота h = 18 мм, длина b = 25 мм, количество бил по ступеням: z_1 = 6, z_2 = 8, z_3 = 24.

Мельница работает следующим образом. Исходный материал с воздухом через загрузочный патрубок 1 (рисунок) поступает на диск 6 первой сту-

пени и за счет действия центробежных сил и воздушного потока движется в зону измельчения, которая создается билами 5 и отбойниками 3. Крупные частицы либо разрушаются в момент удара об отбойники 3, либо за счет упругих сил и вихревых потоков возвращаются на диск 6 ротора. Мелкие частицы, находящиеся в составе исходного материала и образовавшиеся в процессе разрушения исходных частиц, проходят зазор между диском ротора 6 и отбойниками 3 под действием воздушного потока и попадают в зону сепарации, образованную сепарационным кольцеобразным диском 7 и нижней поверхностью диска 6 ротора. Частицы, попадая в сепарационный канал, подвергаются воздействию центробежных и аэродинамических сил, направленных противоположно друг другу. При превышении аэродинамической силы над центробежной, мелкие частицы поступают на следующую ступень мельницы, где описанный выше процесс измельчения и сепарации осуществляется при более высоких окружных скоростях. Измельченный продукт вместе с воздушным потоком удаляется из размольной камеры через выходной патрубок 9.

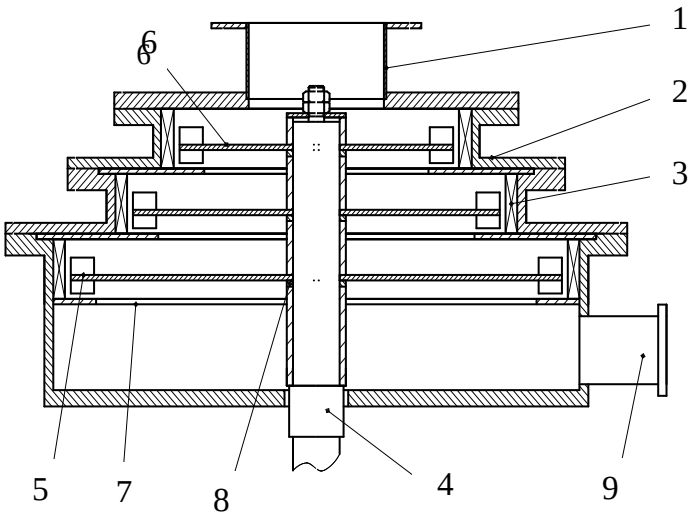

Рисунок – Мельница ударно-отражательного действия:
1 – загрузочний патрубок, 2 – ступенчатый корпус, 3 – отбойники,
4 – вал, 5 – бита, 6 – рабочие диски, 7 – сепарационные кольцеобразные диски, 8 – регулировочные кольца, 9 – разгрузочный патрубок

Эксперимент проводился по следующей методике. Ваттметром К505 измеряли мощность холостого хода мельницы при работе только электродвигателя, ременной передачи и подшипникового узла. Затем определяли мощ-

ность, потребляемую мельницей в сборе с рабочими дисками и бильными элементами, при измельчении железоокисного пигмента. При этом чтобы исключить затраты мощности на транспортирование пылегазовой смеси загрузочный патрубок полностью перекрывали. Предположим, что эта разность мощностей является мощностью, затраченной мельницей на преодоление сопротивления пылегазового потока билам: N_{Σ} = 8500 Вт.

Для исследуемой мельницы, модифицированный критерий Рейнольдса определяли по уравнению [2]:

$$\mathrm{Re} = \frac{n \cdot d^2 \cdot °}{«} \qquad (13)$$

где n – число оборотов, $с^{-1}$; d – диаметр ротора, м; $\rho_в$ – плотность воздуха, кг/$м^3$; «$_в$ –динамическая вязкость воздуха, (Н·с)/$м^2$.

На первой, второй и третьей ступенях значения числа Re соответственно равны: $6{,}2 \cdot 10^5$, $1{,}1 \cdot 10^6$, $2 \cdot 10^6$. Данные значения Re показывают, что мельница работает в автомодельном режиме. Коэффициент сопротивления среды в данном случае равен ζ=0,44. Рассчитанная по формуле (9) скорость пылегазовой смеси в рабочей зоне мельницы на первой, второй и третьей ступенях соответственно равна: 48,1 м/с, 64,5 м/с, 86,3 м/с.

Выводы:

Предложен метод расчета скорости пылегазовой смеси в рабочей зоне мельницы ударно-отражательного действия на основании мощности, расходуемой мельницей на преодоление сопротивления бил потоку пылегазовой смеси. Определено, что мельница ударно-отражательного действия работает в автомодельном режиме, при котором число $\mathrm{Re} > 10^6$.

Сравнив окружные скорости бил с окружными скоростями потока пылегазовой смеси в рабочей зоне мельницы ударно-отражательного действия, установлено, что скорость потока на каждой ступени мельницы в 1,77 раза меньше скорости бил.

Список литературы: **1**. *Партыка В.С.* Разработка агрегата для механического диспергирования гидролизного лигнина и методики его расчета: Дисс…канд. техн. наук. 05.04.09 – Днепропетровск: ДХТИ, 1991. 148с. **2**. *Касаткин А.Г.* Основные процессы и аппараты химической технологии, –М.: Химия, 1971, 784с. **3**. *Идельчик И.Е.* Справочник по гидравлическим сопротивлениям. –

М.: Машиностроение, 1975, 559 с. **4.** *Пат.* 20031211201 Украина МКИ В02С 13/14. Відцентровий ударний млин / Кравец В.И., Кравец Е.В. (Украина). - №71234; Заявл. 09 12 2003; Опубл. 17 04 2006, Бюл. № 4. – 4 с.

Поступила в редколлегию 24.09.07

УДК 622.776.

И.В. АХМЕТШИНА, ***В.Ю. ШУТОВ***,
И.К. МЛАДЕЦКИЙ, докт. техн. наук,
Ю.С. МОСТЫКА, докт. техн. наук, НГУ. Днепропетровск

ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ ГИБКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕПАРАЦИОННЫХ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ

В статті пропонується метод формування сепараційних блоків, який дозвляє змінювати положення сепараційної характеристики як за крутизною, так і за положенням відносно осі абсцис, причому сепаратори можуть мати любий вид жорстких сепараційних характеристик.

The article covers the proposal of separation blocks forming; witch allows changing the position of separation characteristic by X axis and the separators may have any type of straight separation characteristic.

Известно, что любой сепарационный аппарат в один прием разделения не обеспечивает показателей разделения, которые потенциально заложены в подготовленном продукте, идущем на этот аппарат. По этой причине применяют несколько приемов сепарации. Схему соединения аппаратов подбирают экспериментально.

Известны [1] теоремы, которые позволяют синтезировать сепарационные характеристики разделительных блоков, при условии параллельного, последовательного соединений и с обратными связями – рециклами. Однако, такие типы соединений имеют существенный недостаток. Так последовательное соединение улучшает показатели только одного выходного потока сепаратора. Этот же недостаток имеет и рецикл.

История развития обогатительной науки выдвинула эталонный разделительный аппарат, который отделяет частицы с содержанием ценного минерала $\sim < \sim_{П}$, от частиц с $\sim > \sim_{П}$ с вероятностью $P(\sim) = 1$, т.е. такой аппарат имеет сепарационную характеристику ступенчатого вида, причем она может